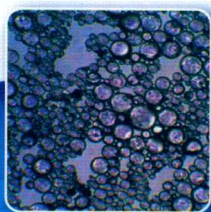


高等学校“十三五”规划教材

塑料助剂与 配方设计

左建东 罗超云 王文广 主编



化学工业出版社

高等学校“十三五”规划教材

深圳大学教材出版资助项目

塑料助剂与 配方设计

左建东 罗超云 王文广 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书按照塑料助剂常用的分类方法，详细地介绍了塑料助剂的基本性质、应用规律及在配方中的使用情况。按照助剂作用机理、助剂种类、配方解析的编写格式，介绍了每一种助剂的相关配方。内容包括增塑剂、润滑剂、热稳定剂、光稳定剂、抗氧剂、增韧剂、阻燃剂、交联剂、发泡剂等塑料助剂，以及电磁性能配方技术、光学性能配方技术。

本书可作为高等院校高分子专业本科及高职高专教材，还可作为高分子行业工程技术人员培训教材及专业参考书。

图书在版编目(CIP)数据

塑料助剂与配方设计/左建东，罗超云，王文广主编.
—北京：化学工业出版社，2018.12
高等学校“十三五”规划教材
ISBN 978-7-122-33435-0

I. ①塑… II. ①左… ②罗… ③王… III. ①塑料
助剂-配方-设计-高等学校-教材 IV. ①TQ320.424

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 275706 号

责任编辑：于 卉 林 媛	文字编辑：陈 雨
责任校对：宋 夏	装帧设计：关 飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）
印 刷：三河市航远印刷有限公司
装 订：三河市瞰发装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 436 千字 2019 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：48.00 元	版权所有 违者必究
-------------	-----------

《塑料助剂与配方设计》编写人员

主 编：左建东（深圳大学材料学院）

罗超云（深圳职业技术学院）

王文广（深圳市高分子行业协会）

参 编：杨霄云（金发科技股份有限公司）

卢 翔（金发科技股份有限公司）

尹国杰（金发科技股份有限公司）

付 轶（广东银禧科技股份有限公司）

目 录

第一章 概述 1

第一节 塑料配方及其设计目的	1
一、塑料配方基本概念	1
二、塑料配方设计目的	1
第二节 塑料助剂的种类	3
一、稳定化助剂	4
二、改善力学性能的助剂	4
三、提高加工性能的助剂	5
四、特殊功能化的助剂	5
五、改变色光的助剂	6
六、阻燃与抑烟助剂	6
第三节 塑料配方设计原理	7
一、塑料配方设计中助剂的选用原则	7
二、塑料配方中助剂之间的相互作用	9
第四节 塑料配方的计量方法	10
第五节 塑料配方设计方法	12
一、单因素变量配方设计方法	12
二、多因素变量配方设计方法	13

第二章 热稳定剂及其在塑料配方中的应用 18

第一节 PVC 的降解过程及热稳定剂的机理	18
一、PVC 的降解过程	18
二、热稳定剂的稳定机理	19
第二节 各类热稳定剂的性能、特点及应用	19
一、铅盐类热稳定剂	20
二、有机锡类热稳定剂	21
三、金属皂类热稳定剂	25
四、稀土类热稳定剂	27
五、有机锑类热稳定剂	28
六、辅助热稳定剂	29

第三节 热稳定剂的复合体系及其配方设计应用 30

一、复合热稳定体系及配方应用 30

二、热稳定剂的选用原则及在制品中的应用 33

三、热稳定剂的发展趋势 34

思考题 35

第三章 增塑剂及其在塑料配方中的应用 36

第一节 增塑剂的作用机理及分类 36

一、增塑剂的作用机理 36

二、增塑剂的分类 37

第二节 增塑剂的结构与主要性能 37

一、增塑剂的结构 37

二、增塑剂的主要性能 38

第三节 常用增塑剂品种与应用 40

一、邻苯二甲酸酯类 40

二、磷酸酯类增塑剂 42

三、脂肪族二元酸酯类增塑剂 43

四、环氧类增塑剂 43

五、烷基磺酸苯酯增塑剂 44

六、聚酯类增塑剂 44

七、苯多酸酯增塑剂 44

八、柠檬酸酯增塑剂 45

九、含氯增塑剂 45

第四节 增塑剂的选用 46

一、增塑剂选择要求 46

二、选用增塑剂需考虑的其他因素 46

三、增塑剂的选用原则 48

思考题 51

第四章 润滑剂及其在塑料配方中的应用 52

第一节 润滑剂概述及作用机理 52

一、润滑剂概述 52

二、润滑剂的作用机理 53

第二节 润滑剂的分类及品种 55

一、脂肪酸酰胺 55

二、脂肪酸酯 57

三、脂肪酸 59

四、脂肪酸金属皂 59

五、脂肪醇 60

六、烃类 60

七、有机硅氧烷	61
八、聚四氟乙烯	62
九、复合润滑剂	62
第三节 润滑剂性能的评价和测试	62
一、开炼机试验	63
二、挤出试验	63
三、挤塑仪试验	63
第四节 润滑剂的应用	64
一、润滑剂在聚合物中的应用	64
二、润滑剂的选用原则	66
三、润滑剂与其他助剂的关系	67
四、润滑剂的加入量	67
思考题	67

第五章 塑料耐环境性能的助剂及其在塑料配方中的应用 68

第一节 概述	68
一、塑料老化	68
二、塑料老化的影响因素	68
三、稳定化助剂	69
第二节 抗氧化剂	70
一、抗氧化剂的作用机理	70
二、塑料常用抗氧化剂	70
三、抗氧化剂的配合效应	73
四、抗氧化剂的应用原则	74
五、抗氧化剂应用配方举例	75
六、抗氧化剂的发展趋势	76
第三节 光稳定剂	77
一、概述	77
二、光稳定剂的分类及其作用机理	77
三、光稳定剂的应用	83
四、传统光稳定剂的应用性能特点	83
第四节 塑料防老化配方设计原则	84
一、聚合物结构与防老剂种类	84
二、防老化助剂的协同作用	85
三、防老剂间的对抗作用	85
四、加工条件与防老剂种类	85
五、使用环境与防老剂种类	85
六、着色剂对防老化性的影响	86
七、防老剂的安全性	86

第五节 塑料抗老化配方设计实例	87
一、PE 抗老化配方设计实例	87
二、PP 抗老化配方设计实例	88
三、PVC 抗老化配方实例	88
四、PS 抗老化配方实例	89
五、PMMA 抗老化配方实例	89
六、ABS 抗老化配方实例	89
七、PA 抗老化配方实例	90
八、PC 抗老化配方实例	90
九、线型聚酯防老化配方实例	90
十、聚甲醛防老化配方实例	91
第六节 塑料老化性能评价方法	91
一、塑料加工热稳定性评价方法	91
二、老化性能评价方法	91
思考题	92

第六章 塑料填充改性 93

第一节 塑料填充改性基本概念	93
第二节 塑料填料的性能特征	94
一、化学组成	94
二、填料的粒径	94
三、填料颗粒的形状	94
四、比表面积	95
五、吸油值	95
六、硬度	96
七、光学特性	96
八、热、电、磁性能	96
第三节 填充剂的种类	97
一、无机填料	97
二、有机填料	101
三、金属粉末填料	102
第四节 填充塑料配方设计	102
一、填料的特殊性能	102
二、填料对加工性能的影响	103
三、填充塑料制品的配方设计原则	104
第五节 各类树脂的填充改性实例	105
一、PP 填充配方实例	105
二、PE 填充配方实例	106
三、PVC 填充配方实例	107
四、ABS 填充配方实例	109

五、工程塑料填充配方实例	109
六、热固性塑料填充配方实例	110
七、有机填料配方实例	111
思考题	114

第七章 塑料增强材料 115

第一节 塑料增强改性的基本概念	115
一、增强改性塑料	115
二、增强材料的作用机理	115
三、增强改性塑料的特点	116
四、塑料增强的缺点	117
第二节 增强纤维填料的分类与应用	117
一、无机纤维	118
二、有机增强纤维	122
三、金属纤维	123
四、增强纤维的表面处理方法	124
五、纤维增强基本配方设计	126
六、增强纤维的协同作用	127
第三节 塑料增强配方设计实例	128
一、玻璃纤维塑料增强配方	128
二、碳纤维塑料增强配方	130
三、热固性塑料增强配方	130
四、其他塑料增强配方	132
五、晶须塑料增强配方	132
六、长纤维增强热塑性塑料	133
思考题	136

第八章 增韧剂及其在塑料配方中的应用 137

第一节 弹性体增韧机理及增韧剂种类	137
一、塑料的韧性	137
二、弹性体增韧机理	138
三、塑料弹性增韧材料分类	139
第二节 弹性体增韧剂的品种	139
一、ACR	139
二、CPE	140
三、EPDM	141
四、POE	141
五、MBS	142
六、SBS	143

七、EVA	144
八、NBR	145
九、ABS	145
十、马来酸酐接枝弹性体	146
第三节 塑料弹性体增韧配方设计	147
第四节 塑料刚性材料增韧配方设计	148
一、刚性增韧的机理	149
二、无机刚性粒子增韧配方设计	151
三、有机刚性粒子增韧配方设计	152
第五节 各类塑料增韧配方设计举例	153
一、PP 增韧配方设计	153
二、PVC 增韧配方设计	156
三、POM 增韧改性配方设计	157
四、PS 增韧配方设计	159
五、PA 增韧配方设计	160
六、其他树脂增韧配方设计	161
思考题	164

第九章 界面改善剂及其在塑料配方中的应用 165

第一节 偶联剂	165
一、偶联剂的作用机理	165
二、偶联剂的分类	167
三、偶联剂的选用原则	172
四、偶联剂的应用	172
第二节 相容剂	177
一、塑料共混物相容性原则及检测方法	177
二、相容剂的分类	180
三、相容剂应用配方实例	181
四、相容剂的制备	187
第三节 其他表面处理技术	190
一、表面活性剂处理	190
二、表面聚合物处理	191
三、表面单体处理	191
四、表面酸碱处理	191
五、表面等离子体处理	191
六、复合偶联处理	191
思考题	192

第十章 塑料阻燃剂及其在塑料配方中的应用 193

第一节 塑料阻燃的重要性及评价方法	193
-------------------------	-----

一、塑料阻燃的重要性	193
二、塑料阻燃性的评价方法	193
第二节 塑料燃烧过程与阻燃消烟机理	196
一、塑料的燃烧过程	196
二、塑料阻燃剂的阻燃效应	197
三、塑料阻燃剂的阻燃机理	198
四、塑料的消烟机理	199
第三节 塑料阻燃剂的分类及品种	200
一、阻燃剂的分类方法	200
二、卤系阻燃剂	200
三、无卤阻燃剂	203
四、复合阻燃剂	210
第四节 阻燃配方设计原则	213
一、阻燃剂选用的原则	213
二、主辅阻燃剂的选择	213
三、阻燃剂的协同作用	214
四、阻燃剂的加合作用	214
五、阻燃剂的对抗作用	215
六、塑料消烟配方设计	215
第五节 各种塑料阻燃配方设计	215
一、PE 阻燃配方设计	215
二、PP 阻燃配方设计	216
三、PS、AS 及 HIPS 阻燃、消烟配方设计	218
四、ABS 阻燃、消烟配方设计	219
五、PVC 阻燃、消烟配方设计	220
六、PA 阻燃配方设计	220
七、PC 阻燃配方设计	221
八、POM 阻燃配方设计	222
九、PET、PBT 阻燃配方设计	223
十、PMMA 阻燃配方设计	223
十一、PU 阻燃配方设计	224
十二、环氧树脂阻燃配方设计	224
思考题	225

第十一章 塑料交联、接枝改性配方设计 227

第一节 塑料交联配方设计	227
一、塑料交联原理及作用	227
二、塑料交联配方设计方法	228
三、塑料交联配方组成及实例	230
四、各类塑料交联配方设计实例	235

第二节 塑料接枝配方设计	239
一、塑料接枝配方基本组成	240
二、塑料接枝方法	241
三、各类塑料接枝配方设计实例	242
思考题	245
第十二章 塑料电性能配方设计	246
第一节 塑料用抗静电剂概述	246
一、静电的产生及危害	246
二、高分子材料抗静电的方法	247
三、抗静电剂的作用机理	248
四、塑料用抗静电剂的特点	249
五、影响塑料内用型抗静电剂效果的因素	249
六、塑料用抗静电剂的发展趋势	251
第二节 塑料用抗静电剂的种类及配方设计	251
一、塑料用抗静电剂的种类	251
二、塑料抗静电配方设计原则	255
三、塑料抗静电配方举例	256
第三节 塑料导电添加剂及配方设计	257
一、导电添加剂的种类	257
二、导电添加剂的选用原则	262
三、基体材料的选用原则	263
四、其他助剂的选用原则	263
五、塑料导电配方设计实例	263
思考题	265
附录 缩略语	266
参考文献	271

第一章 概述

第一节 塑料配方及其设计目的

一、塑料配方基本概念

凡通过物理的、化学的或者物理与化学相结合的方法，促使塑料材料的性能得以改善，或发生变化，或赋予树脂材料新功能，都可称为塑料改性。通过塑料改性，可使通用塑料的某些性能达到工程塑料的指标；工程塑料可实现高性能化、多功能化和实用化。

塑料改性多数是通过配方设计来实现的。塑料配方是以塑料基体树脂为主要成分，通过助剂的选择、搭配以及用量调节以实现产品性能的协调。塑料配方必须兼顾应用对象的种类、加工方式、制品特征及组分配合等多种因素。

随着现代科学技术的日益进步，人们对塑料材料及其制品提出越来越多的要求。例如：有些工程构件，工业配件，电子电气工业、汽车制造工业等的部件，要求塑料材料既耐高温又易于加工成型；既要有良好的韧性，又要有一定的硬度；既要有良好的刚性，又要要有卓越的抗冲击强度；既要达到阻燃效果，又要具备绝缘性能；既要综合性能优良，又要价格具有市场竞争力等。单一的树脂很难同时满足多样化、高品质的要求，而塑料配方设计技术则能实现这一目标，从而满足不同领域、不同层次、不同性能的需求，生产制造轻质、高强度、耐高温、耐辐射、易加工成型的新型改性塑料材料，更大程度地扩大了塑料的应用领域，满足人们在某些领域以塑代钢的需求，同时赋予塑料材料更多的应用价值和内涵。

塑料改性的实现方式，有的是在聚合时完成的，而更多的是在塑料制品加工过程中进行。通常在聚合物中加入有机或无机物质，或将不同种类的聚合物与助剂进行物理共混，或用化学方法实现聚合物的扩链、嵌段、接枝、交联等，或引入新的官能团形成功能性高分子，使其或具有更好的成型加工性能，或改变聚合物的结构，在电、热、光、磁、增强、阻燃、增韧、耐热、抗寒、耐候、降解、绝缘、发泡、杀菌等方面具有独特的功能。

二、塑料配方设计目的

在塑料工业的迅猛发展下，随着人们对塑料材料的性价比以及塑料材料的功能性的要求

越来越高,塑料助剂及其配方技术得以蓬勃发展。配方设计涉及树脂原料、助剂、材料加工和产品设计等所有层面,对塑料工业持续快速发展战略具有重要的促进意义。基于塑料改性技术的配方设计有如下目的。

1. 克服基体树脂自身缺点

塑料材料具有质轻、比强度高、电绝缘性能佳、成型加工容易及耐腐蚀好等优点,但每种塑料材料自身多少都会有一些缺陷。塑料配方设计是为了克服和弥补塑料材料的不足之处,是提高其综合性能,赋予塑料材料新功能的最简单、直接、有效的方法。

例如,硬质 PVC 树脂中,添加 10%~20% 的 NBR 或 EVA,都可以大幅度提高硬质 PVC 的抗冲击强度,同时又不像加入增塑剂那样明显降低热变形温度,从而获得性能优异的 PVC 改性材料。一般 CPE 树脂的含氯量为 30%~40%,属于非结晶或微晶橡胶类物质;而 PVC 与 CPE 共混,具有良好的塑化效果和增韧效果。玻璃纤维增强增韧尼龙可以显著提高尼龙的耐热性、力学性能和尺寸稳定性,广泛用于汽车及电子产品。

2. 降低制品成本,提高经济效益

当今塑料企业以市场为导向的经营方针,在保证质量的前提下,必须认真考虑客户的成本要求,在解决客户提出的各种技术、规格和质量要求的基础上,通过合理的价格为企业谋取合理利润空间。

塑料配方设计在保证性能的前提下,可降低树脂及制品成本,是提高企业经济效益的有效途径。就产品 PVC 管材而言,添加 20%~30% 滑石粉或碳酸钙进行填充改性,并配合适量其他助剂,产品质量既达到国家标准又降低了成本,一举两得。

塑料原料的价格有高有低,价格昂贵的工程塑料可以与价格较低的通用树脂共混,在不影响使用要求的同时降低产品成本。例如:聚碳酸酯(PC)与少量的 ABS 共混改性,既保持了聚碳酸酯的基本性能,又改善了 PC 的加工性能,同时还降低了共混体系的成本;以价格较低的 25%PP 与价格较高的 PA 共混改性,既保持了 PA 与 PP 的优点,又克服了 PA 与 PP 两者固有的缺点,同时还降低了产品的成本。LDPE 不仅能降低工程塑料 PET 的成本,而且可作为增韧剂提高 PET 的韧性。其他如硬度、耐磨、高刚、韧性、光泽等性能,均可用共混低成本助剂的改性方法得以改善。

3. 塑料的功能化和高性能化

塑料通过改性,既提高了原有的综合性能,使材料高性能化,如改善力学性能、耐热性能等,还能赋予材料新的功能。改性塑料正向产品高性能化、专用化、多功能化、系列化方向发展。通过共聚、共混、接枝、嵌段、填充、阻燃、导电、纤维增强、互穿网络、纳米复合、表面改性等各种改性手段,改进和提高塑料材料各方面的性能与功能,从而促进塑料材料工业的发展。

如在普通树脂中混入阻燃树脂,如 PPO、PPS、PVC、CPE 等,可提高阻燃性;在一般阻隔树脂中混入高阻隔树脂,如 PAN、PA、EVOH、PVDC 等,可提高材料阻隔性能;PA/PP 共混物吸水性低、稳定性好、抗冲击性能较高,可以改善 PA 的特性和降低 PA 产品的成本;以 PMMA 与 PE 两种折射率相差较悬殊的树脂共混,可获得彩虹效果,市场上的彩虹膜就根据这一原理制备而成;在一般树脂中混入高吸水性或导电聚合物,可改善其抗静电性能;在聚甲醛中混入少量的聚四氟乙烯、液体润滑油,可制成高润滑 POM,摩擦性能有较大改善;采用拉伸强度相差悬殊、互溶性较差的两种树脂共混后发泡,可制成多孔、多

层材料，其纹路酷似木纹。

聚苯乙烯（PS）、ABS 类塑料制品易燃烧，且燃烧时产生大量的浓烟，危害人们健康。因此，电子电气工业用的、接近高温部位的 PS、ABS 产品既要阻燃又要消烟。在配方中加入阻燃、消烟剂可实现此目的。塑料的体积电阻率都很大，一般在 $10^{10} \sim 10^{20} \Omega \cdot \text{cm}$ 的范围内，因此塑料制品在使用过程中易产生静电，往往带来很多负面影响，如静电蓄积及电磁波干扰等。在塑料改性配方中加入抗静电剂可解决制品的静电现象。

4. 增加塑料品种，综合各组分性能

两种或多种聚合物各组分的性能取长补短，消除各单一聚合物组分性能上的弱点。择其优去其劣，获得综合性能更为理想的新材料，或能适应不同应用环境需求的产品。如不同密度 PF 按不同比例共混，可以获得不同的产品，其软硬度适中达到比较理想的性能要求；当 PVC 与 PE 共混时，可提高制品的阻燃性能；PVC 具有强度高、耐酸碱腐蚀、难燃等特点，且硬度可根据需要进行调节，不同软、硬制品均可生产。

PVC 的缺点是热稳定性差、受热易分解，与 ABS 共混，可以综合两者的优点，取长补短，制品具有抗冲击强度高、热稳定性能好、加工性能优良和一定阻燃性等优点；PP 的特性是质轻、耐温，缺点是低温冲击性差，与 EPDM、IIR、PB、EVA、POE、SBS 其中的一种或几种共混，可改进 PP 的耐低温冲击性能。

5. 改善材料加工性能

在各类树脂中，有的树脂熔体流动速率（又称熔融指数）非常低，导致成型加工难度大，需用流动性较好的树脂或助剂改善其加工性能。例如：难熔难溶的聚酰亚胺与少量的熔流动性良好的聚苯硫醚共混，可明显改善其加工性能，使之易注射成型，同时又不明显影响聚酰亚胺的高温和高强度的特性。又如，LDPE 与 LLDPE 共混、PS 与 PPO 共混、ABS 与 PC 共混等，都可改善高黏度树脂的加工性能和流变特性。

还有一些热不稳定的塑料，如果不进行配方设计，基本很难加工，如 PVC、聚乳酸等。最典型的是 PVC，大都需要加入热稳定剂、增塑剂，才能顺利加工成型，通过一定的配方设计，才能制备成各种软硬各异的产品，适应不同的应用领域。

第二节 塑料助剂的种类

塑料助剂是塑料工业中为使聚合物配料能顺利成型加工及获得所需应用性能而添加到塑料基体树脂中的化学品，又称为“塑料添加剂”。塑料助剂能弥补塑料材料本身的不足，提高加工性能和改善某些应用性能，赋予塑料各种新的宝贵性能。

塑料助剂在聚合物中的添加方式包括：①在聚合物聚合过程中或在聚合物后处理过程中加入；②在树脂成型加工前配料时掺混；③在塑料制品表面进行涂敷、浸渍等处理。

塑料助剂有的仅改变聚合物的物理性能，聚合物的结构不会发生变化，如增塑剂、填充剂、润滑剂、高分子抗冲击剂、着色剂、增强纤维、阻燃剂等；而有的则能使聚合物结构发生或多或少的变化，如交联剂、固化剂（专用于热固性树脂）、偶联剂等。

塑料助剂很大程度上弥补了高聚物材料本身的不足，并赋予其产品各种宝贵的性能。塑

料助剂的种类和品种繁多,而且新助剂不断涌现,很难全面一一概括。一般按助剂的功能进行分类,包括稳定化助剂、改善力学性能助剂、提高加工性能助剂、柔软化与轻质化助剂、改变表面性能助剂、改变色光助剂、阻燃抑烟助剂及其他。各大类中又包含若干小类。

一、稳定化助剂

该类助剂能使塑料对热、光、氧、霉菌等的作用产生稳定作用。它们可以阻止或延缓聚合物在储存、加工及使用过程中的老化(或劣化),或提高聚合物在成型加工中的热稳定性。

(1) 抗氧剂 大多数聚合物都能与氧反应,尤其是在热加工和受日光照射时,氧化反应速率更快,致使制品的使用寿命缩短。按其作用机理,抗氧剂具有抑制自由基连锁反应和分解氢过氧化物两种作用。自由基抑制剂称为主抗氧剂,它包含胺类和酚类两大系列;氢过氧化物分解剂又称为辅助抗氧剂,主要包括硫代酯和亚磷酸酯两类,它通常与主抗氧剂并用。

(2) 光稳定剂 紫外线辐射作用是高聚物户外老化极重要的原因,光稳定剂即紫外线防护剂能延缓光氧化作用,延长其户外使用寿命。按其作用机理又分为光屏蔽剂(如炭黑、钛白粉、氧化锌等)、紫外线吸收剂(如二苯甲酮、水杨酸酯、苯并三唑、三嗪、取代丙烯酸腈等)、光猝灭剂(主要是能猝熄光激发态高分子的有机镍络合物)。

(3) 热稳定剂 主要用于聚氯乙烯、氯乙烯共聚物、聚偏二氯乙烯以及其他含氯树脂和含卤素助剂。结构缺陷导致 PVC 等含氯树脂在加工受热过程中很容易发生降解脱 HCl,产生严重危害。因此,热稳定剂对 PVC 产品具有十分重要的意义。它包括碱性铅盐类、金属皂类、有机锡类等主稳定剂和环氧化合物、亚磷酸酯、多元醇等辅助热稳定剂。

(4) 防霉剂 一些塑料制品易受霉菌等微生物的侵蚀而发霉,导致表面质量下降,发生微生物降解和老化。如冰箱密封条和内层添加抗菌剂能有效阻止细菌滋生。

(5) 金属钝化剂 某些具有变价的过渡金属离子如钴离子、铜离子、铁离子,尤其是电线电缆中的铜离子能加速高聚物的氧化反应。金属钝化剂能减缓金属离子的催化氧化作用而使聚合物稳定,又称为钝化剂或抑制剂,实际上是一些能与金属离子螯合的有机螯合物。

此外,还有具有特殊功用的塑料稳定化助剂,包括抗臭氧剂、防辐射剂。

二、改善力学性能的助剂

该类助剂可使塑料制品的力学性能如冲击强度、拉伸强度、模量、耐蠕变性能等得到改善。

(1) 交联剂和助交联剂 凡能使高分子发生交联反应的物质都称为交联剂,为提高交联效率而使用的助剂称为助交联剂。交联使高分子链之间形成网状结构,从而增强材料的力学性能。有机过氧化物是使用最广的交联剂。

(2) 固化剂 主要用于液态热固性树脂的固化,实质上也是交联剂。环氧树脂的常用固化剂有胺类、酸酐、低分子聚酰胺等;其他热固性树脂如酚醛树脂、不饱和聚酯、醇酸树脂、脲醛树脂也都有相应的固化剂。橡胶的交联过程则称为硫化,其交联剂为硫黄及硫化物。

(3) 抗冲击剂(增韧剂) 许多塑料(如聚苯乙烯、聚丙烯)冲击强度较低,不能满足实际使用要求。橡胶类物质如 ABS、MBS、CPE、EVA 等能改善其冲击性能。凡能提高塑料冲击强度的助剂均为增韧剂。

(4) 增强剂 是指通过纤维类材料或其他增强材料使塑料的拉伸强度和挠曲强度比原塑

料显著提高的助剂。广义地说,增强改性属于填充改性的范畴。增强与填充的区别是,增强材料能大大提高塑料的拉伸强度和挠曲强度,而填充材料则可能提高不明显,甚至降低材料的这些性能。

增强剂主要为具有一定长径比的纤维类材料,如玻璃纤维、碳纤维、有机高分子纤维、晶须等,除此之外,片状材料也同样可以起到增强的作用,如云母、氧化铝、硼化铝和碳化硅等六角形片晶;玻璃、金属和陶瓷也可人工做成薄片状填料使用,同样具有增强效果。

(5) 相容剂与偶联剂 相容剂主要是一些接枝或嵌段聚合物以及通过化学改性的树脂。它借助于分子间的键合力,促使不相容的两种聚合物结合成一体,进而得到稳定共混物。相容剂分子中具有分别能与两种聚合物进行物理或化学结合的基团,改善界面结合情况,使两种聚合物之间的粘接力增大,促进了共混、填充以及增强聚合物中分散相和连续相的均匀性。为了增强某些聚合物与玻璃纤维、无机填料等的结合牢度,提高其力学性能,还可以使用偶联剂。偶联剂分子中含有化学性质不同的两个基团,用以改善无机物与有机物之间的界面作用,常用于填充塑料以及纤维增强塑料。主要品种有硅烷偶联剂、钛酸酯偶联剂、铝酸酯偶联剂等。

三、提高加工性能的助剂

这类助剂能改善塑料在成型加工中的流动性,防止聚合物与聚合物之间、聚合物与加工机械表面之间的黏附,利于制品从模具中脱出,从而使生产顺利进行。

(1) 润滑剂 主要用于热塑性树脂特别是 PVC 的加工,以改善树脂成型时的流动性。润滑剂依其润滑作用类型分为外润滑剂(如石蜡烃类、低分子聚乙烯)和内润滑剂(如酰胺类、酯蜡、脂肪醇、脂肪酸酯等)。

(2) 脱模剂 主要用于注塑制品,有利于塑料制品从模具中取出。一般喷涂于模具表面。

(3) 软化剂(增塑剂) 主要用于促进 PVC 树脂的塑化加工。主要是指增塑剂等改善聚合物塑化性能的助剂。除了增塑剂之外,一些其他功能的助剂也可能同时具有改善加工性能的特点,如增韧剂 ACR、热稳定剂硬脂酸盐等。

(4) 防粘闭剂 为了防止塑料薄膜或片材层间粘连,使其易于揭开,可以加入防粘闭剂(亦称“开口剂”)。此类助剂一般为石蜡状物或极细粉末,由于它与树脂的不相容性而在制品表面,从而防止层间的粘连。它与润滑剂的区别是不需要减小制品表面的摩擦系数。一般外润滑剂有一定的防粘闭作用。

四、特殊功能化的助剂

这类助剂赋予塑料制品特殊的功能,如表面带电性、防雾性、手感以及其他一些特殊性能。

(1) 抗静电剂 能降低塑料表面的静电聚集、避免因静电造成的种种弊害,也有利于塑料的加工操作过程。有时抗静电剂是一种表面活性剂,应用最广的是非离子型抗静电剂,其次为阳离子型抗静电剂。

(2) 防雾(滴)剂 主要用于农业薄膜和食品包装袋等。当膜内温度降到环境露点以下时,水汽会在其内面形成浓密的雾滴而影响阳光的透射率,对农作物生长不利,对包装物外观有不良影响。防雾剂不仅可以增加作物的产量,而且可以提高包装商品的价值。它也是表